



MARGEM DE SEPARAÇÃO DE OBSTÁCULOS EM ÁREAS MONTANHOSAS

Ueiler de Queiros Silva - 1º Te Esp CTA

Objetivo

- Conhecer os critérios de margem de separação de obstáculos em região montanhosa que serão incorporados à CIRCEA 100 – 54;
- Conhecer as áreas consideradas montanhosas no Brasil e a proposta de publicação na AIP-BRASIL

Roteiro

- Definição técnica de área montanhosa;
- Tratamento normativo;
- Tarefa do SG/2 do PPNA;
- Resultados Considerando um Novo Estudo, e
- Publicações/ Proposta de texto AIP-BRASIL e GEOAISWEB.

Definição técnica de área montanhosa



■ Mountainous area

- An area of changing terrain profile where the changes of terrain elevation exceed 900 m (3000 ft) within a distance of 18.5 km (10.0 NM).

DOC 8168 Vol II 6^a Ed. – Page I-1-1-7

Construction of Visual and Instrument Flight Procedures

■ Área montanhosa

- Área cujo perfil do terreno sofra modificações que excedam 900m (3.000 pés) de elevação dentro de um raio de 18,5km (10 NM).

CIRCEA 100-54/2017 – Pág. 11

Padronização da Elaboração de Procedimentos de Navegação Aérea

Tratamento normativo

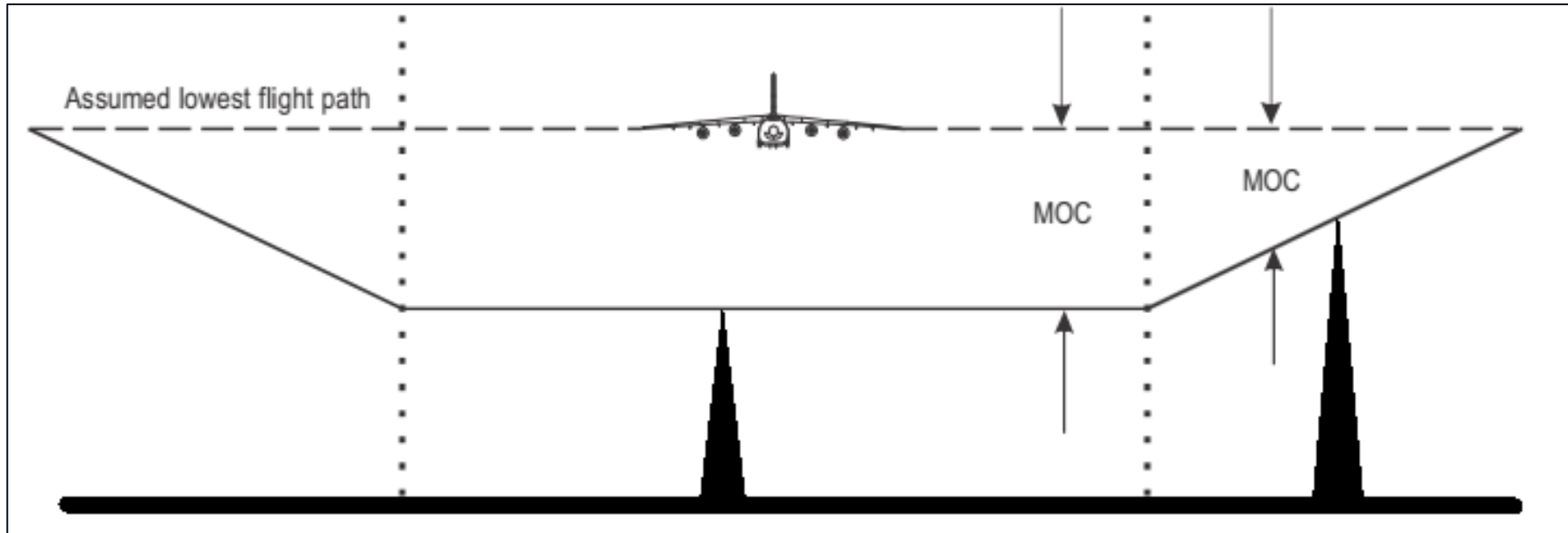


■ 1.7 Increased Altitudes/Heights for Mountainous Areas

- 1.7.1 [...] consideration must be given to induced altimeter error and pilot control problems which result when winds of 37 km/h (20 kt) or more [...]. Where these conditions are known to exist, **MOC should be increased by as much as 100 per cent.**

DOC 8168 Vol II 6^a Ed. – Page I-2-1-3

■ MOC (Minimum Obstacle Clearance)



DOC 8168 Vol II 6^a Ed. – Page I-2-1-6

- 1.7.2 Procedures specialists and approving authorities should be aware of the hazards involved and make proper addition, based on their experience and judgement [...]. The operator's comments should also be solicited to obtain the best local information. Publication).

DOC 8168 Vol II 6^a Ed. – I-2-1-3

- [...] Terreno Montanhoso: deverá ser utilizado um acréscimo de 100% da MOC original prevista para o respectivo segmento ou região, no caso da ATCSMAC, excetuando-se a OCA dos segmentos de aproximação final dos procedimentos de aproximação de precisão e com guia vertical [...]

NOTA: Caso exista algum estudo específico, esse valor poderá ser menor que 100%.

CIRCEA 100-54/2017 – Pág. 26

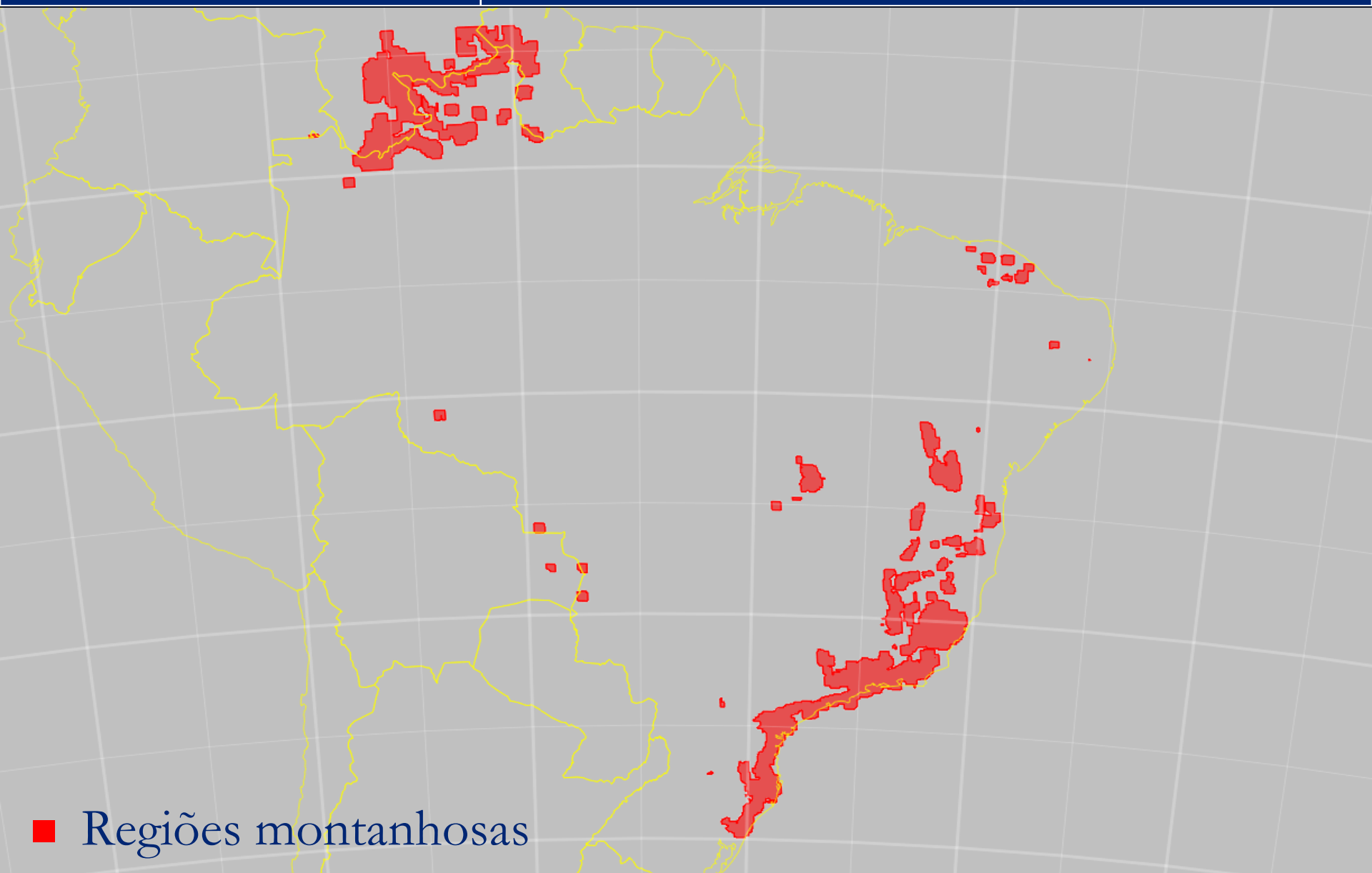
■ Previsão de MOC ampliada para áreas montanhosas no DOC 8168:

- AMA;
- Departures;
- Final approach;
- MSA;
- LOC Only;
- VOR/NDB Routes;
- Holding;
- TAA; e
- PINS Departures.
- ATCSMAC

Tarefa do SG/2 do PPNA

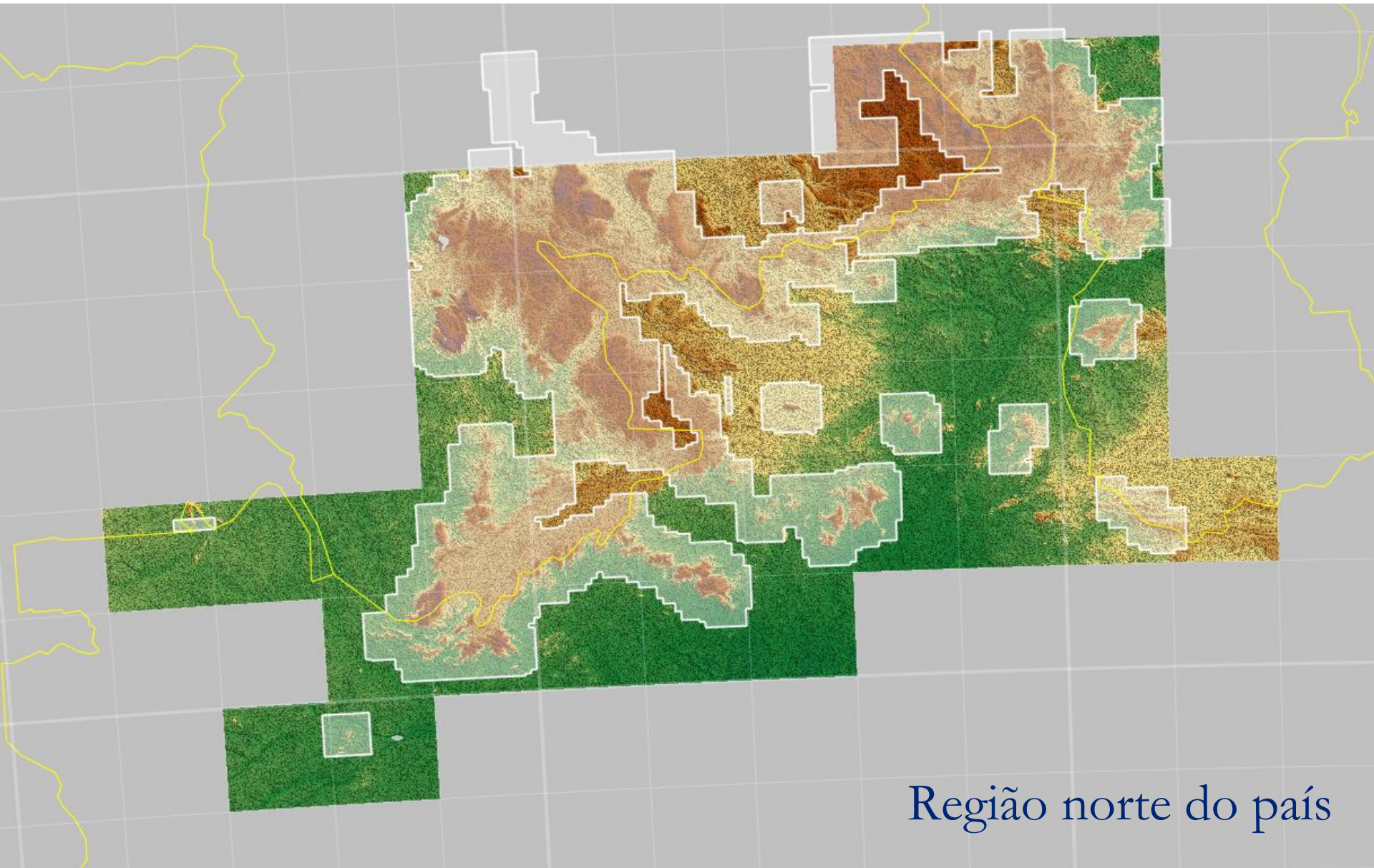


- Estabelecer critérios para o percentual de incremento de MOC em regiões montanhosas.



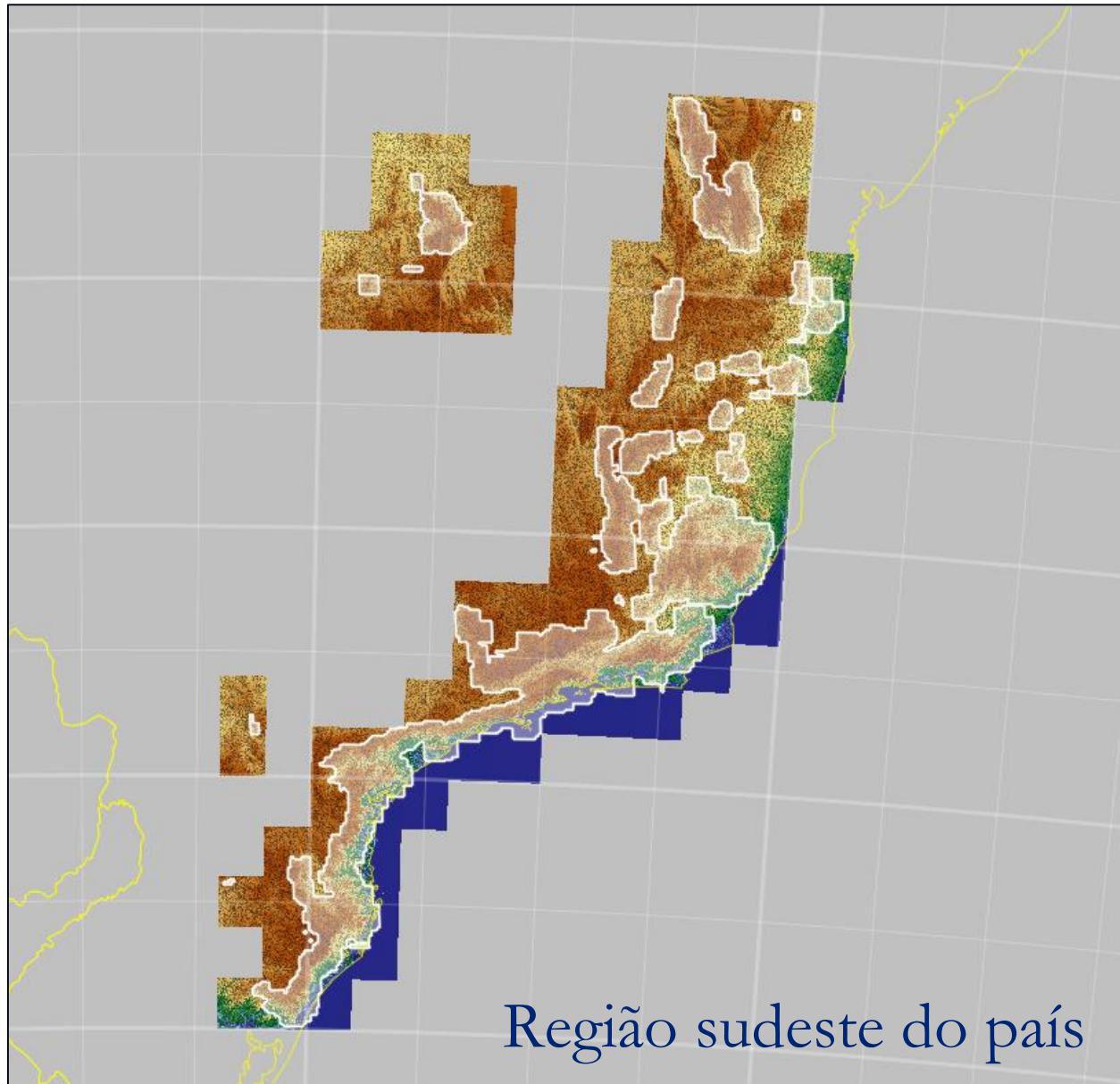
■ Regiões montanhosas





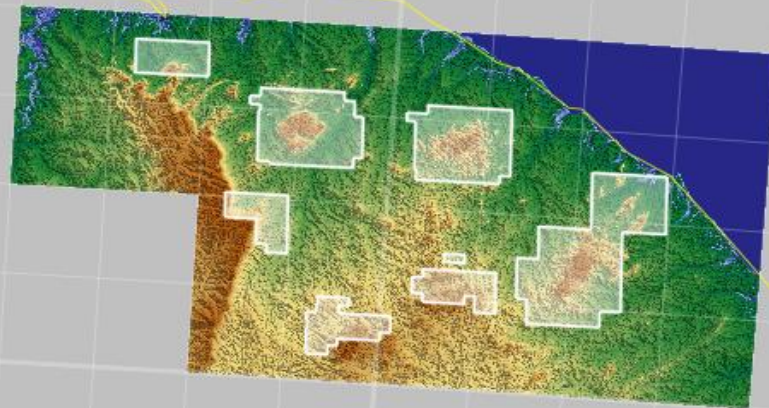
Região norte do país





Região sudeste do país

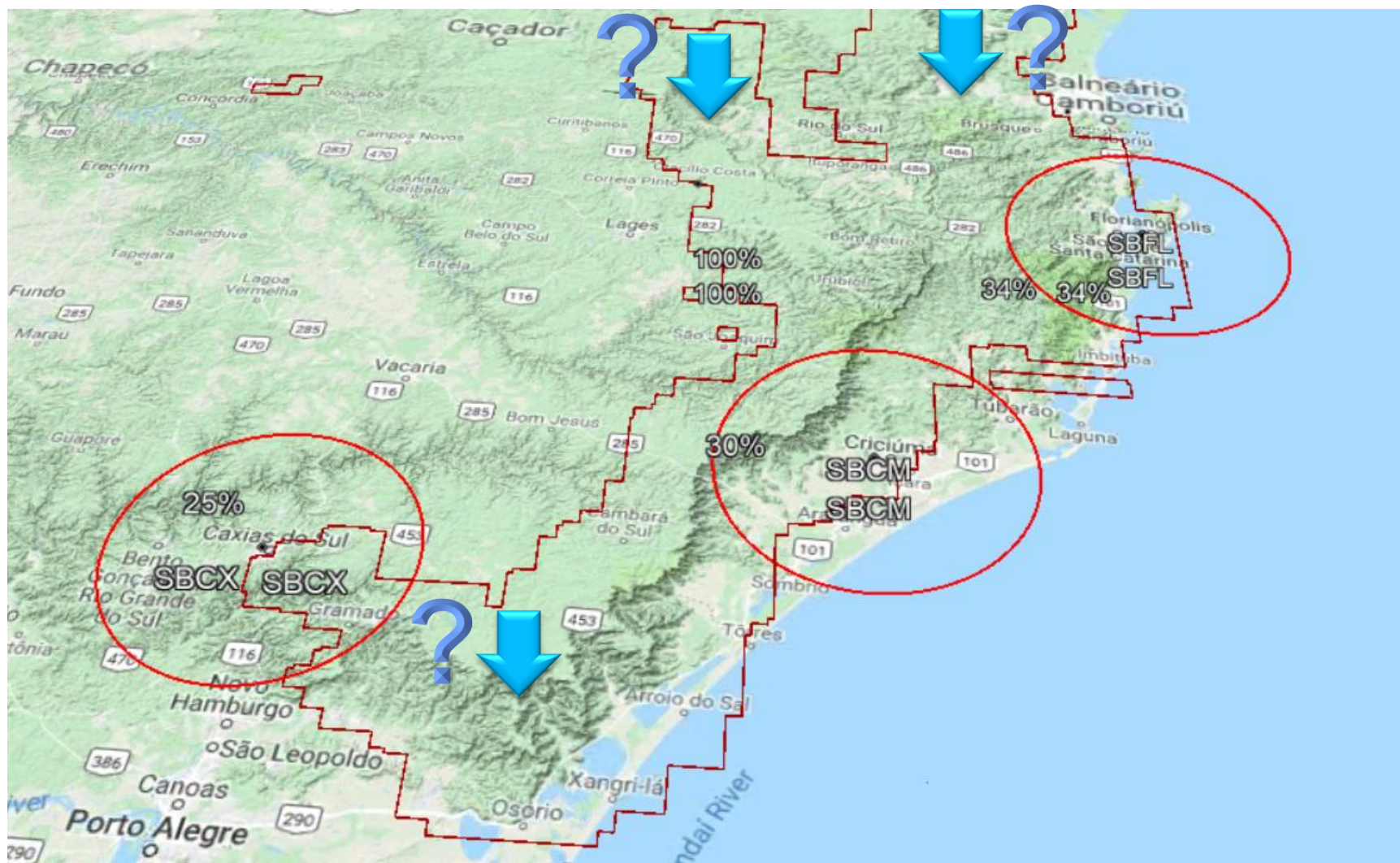




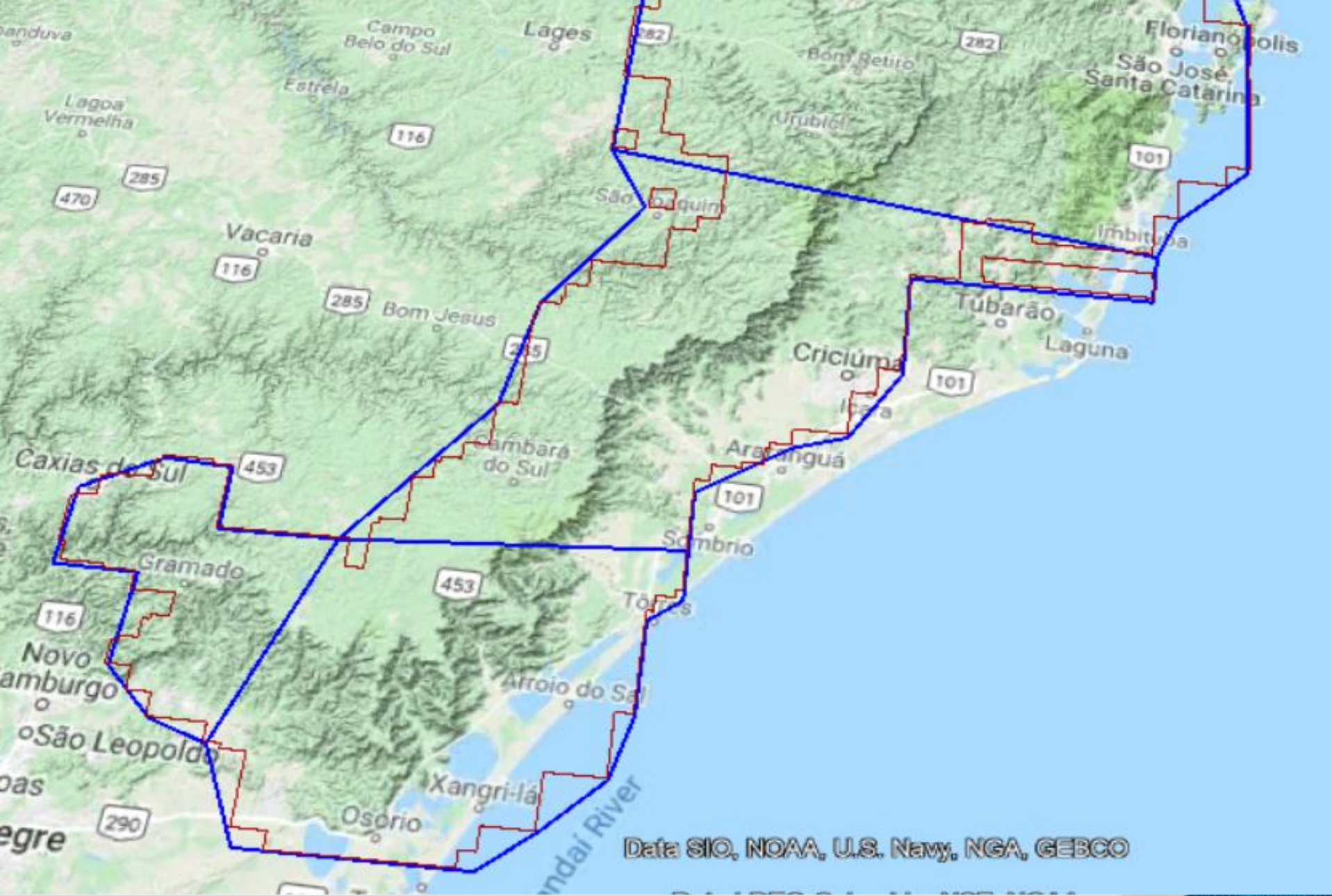
Região nordeste do país



- Inicialmente o estudo considerou apenas as áreas de 30NM em relação a alguns AD de interesse (28 no total).



- No GEPEA 3 - foi identificada a necessidade de se criar um MAPA das Áreas com os respectivos %MOC, para viabilizar sua aplicação.

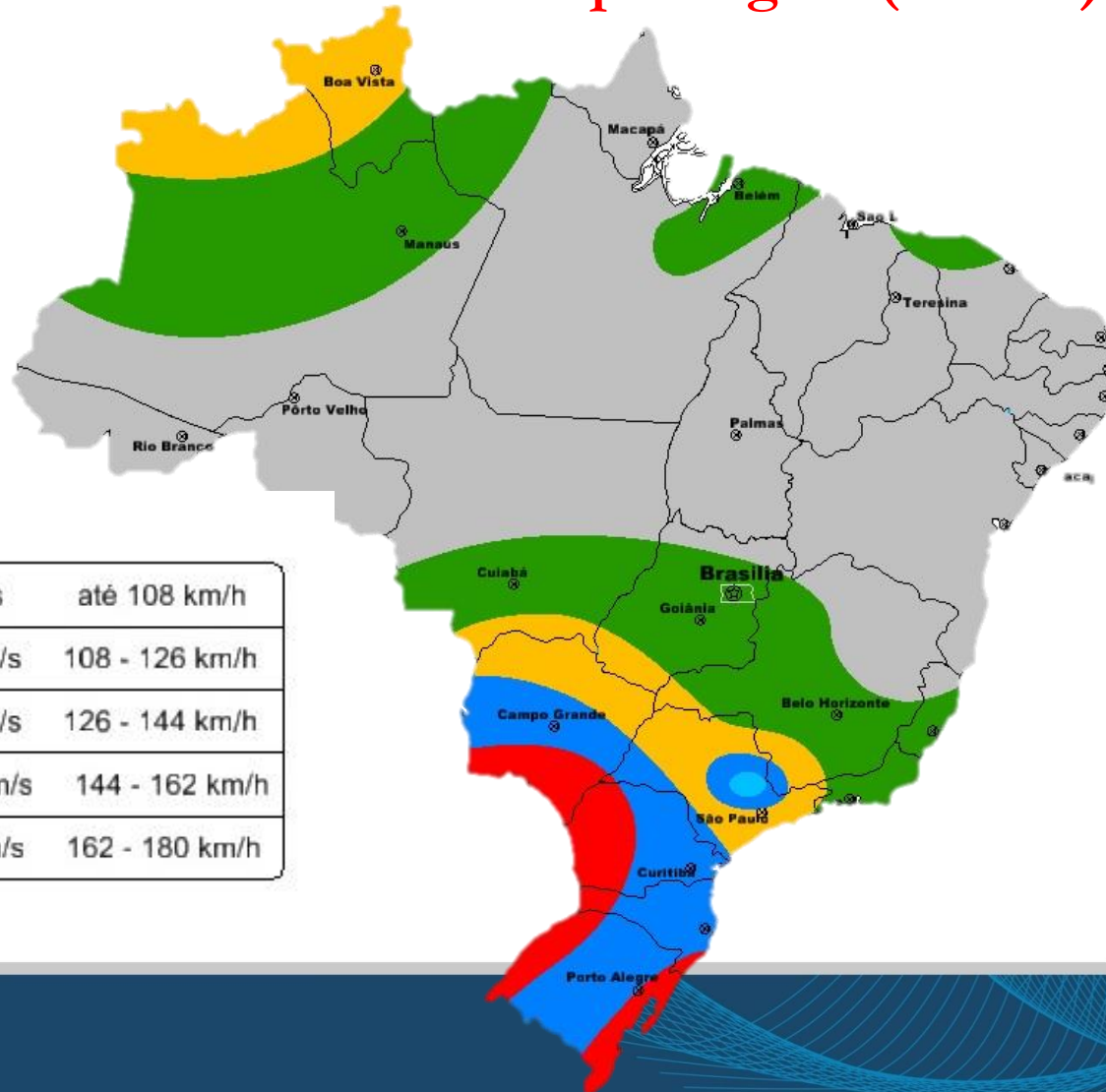


- No estudo inicial definiu-se que:

MOC% é função do Fator_{isopletas}, é função do Fator_{terreno} e também é função do Fator_{Froude}

■ Onde o Fator_{isopletas} equivale a:

Velocidade máxima do vento por região (ABNT)



■ ESTUDO INICIAL: o $Fator_{\text{terreno}}$ equivale a:
 $\{Fator_{\text{terreno(máxima elevação)}} + 2[Fator_{\text{terreno(diferença de elevação)}}]\}/3$

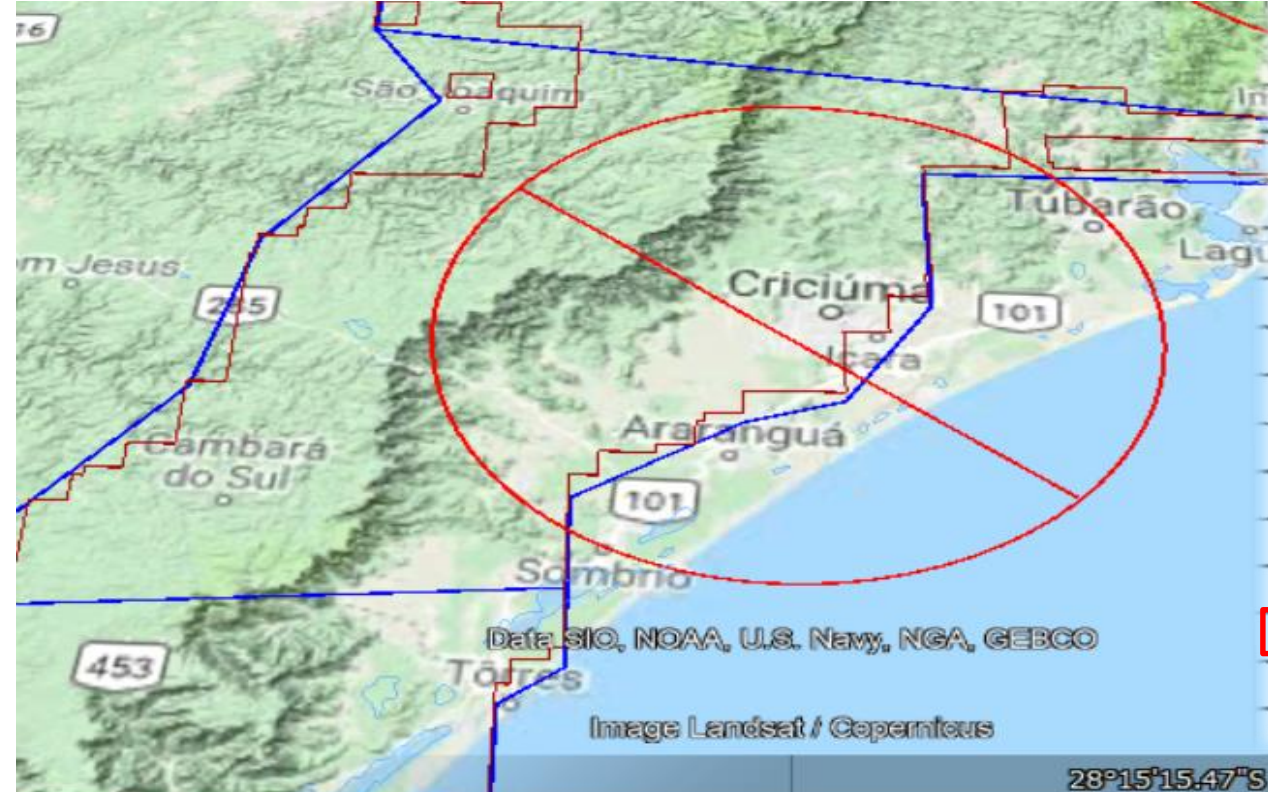
$\{Fator_{\text{terreno(máxima elevação)}}$

Fator terreno (MAXelev) = Maior elev nas 30 NM dividido pela maior elev das Áreas Montanhosas do FPDAM

$2[Fator_{\text{terreno(diferença de elevação)}}$

Diferença da maior elevação dentro das 30 NM, menos a Menor elevação dentro das 30NM, dividido pela maior diferença encontrada nos AD (nas 30 NM de todos os outros AD)

- CONSIDERAÇÕES DO ESTUDO:
- Analisou apenas 30 NM do AD;
- Considerou áreas que inicialmente não foram definidas como montanhosas no FPDAM;
- Para definir a menor altitude considerou-se apenas 500 obstáculos no FPDAM (clearance evaluator);



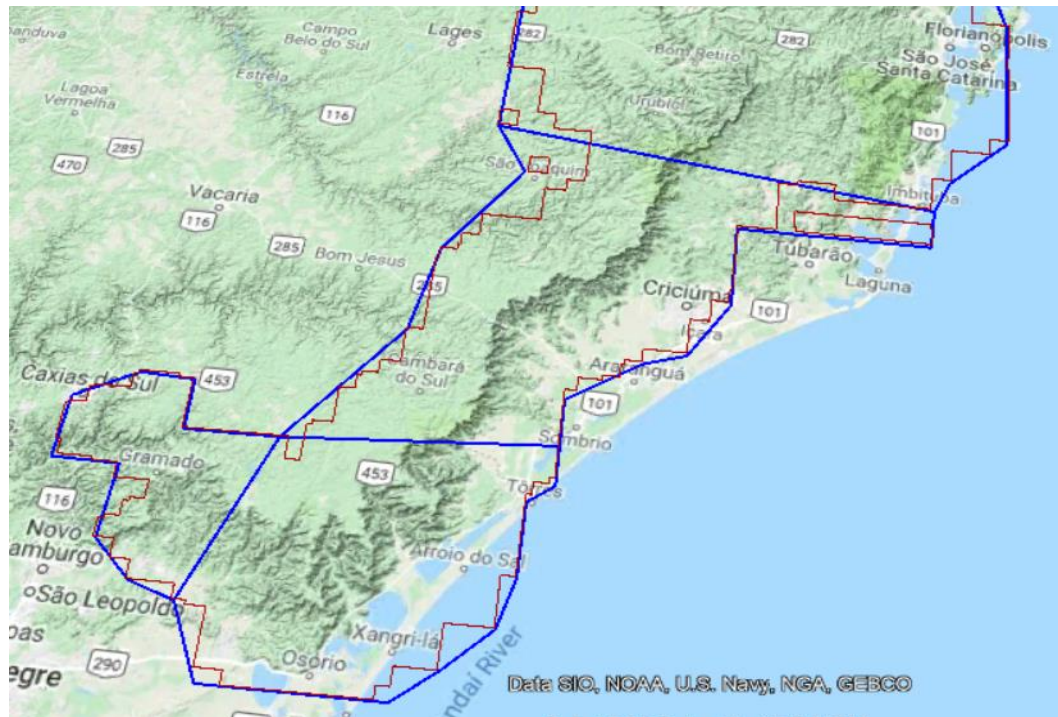
	Elevações (em pés)		
	Máxima	Mínima	Máx-Mín
SBNF	3412.07	1364.83	2047.24
SBBH	6286.09	4261.81	2024.28
SBBQ	5839.90	3986.22	1853.68
SBFL	4553.81	2788.71	1765.10
SBCF	5679.13	3946.85	1732.28
SBLS	5679.13	4192.91	1486.22
SBGR	4839.24	3415.35	1423.89
SBSP	4678.48	3353.02	1325.46
SBMT	4678.48	3418.64	1259.84
SBST	3900.92	2851.05	1049.87
SBIP	4291.34	3264.44	1026.90
SBCM	5229.66	4251.97	977.69
SBVT	3582.68	2801.84	780.84
SBCX	3320.21	2916.67	403.54

28°15'15.47"S 50°17'08.15"O elev 1070 m altitude do p

no/perda de elevação: 3790 m, -2530 m Inclinação máxima: 61.9%, -37.7% Inclinação média: 4.7%, -6.1%



- NOVO ESTUDO:
- Segmenta as áreas definidas pelo FPDAM;



OBS: as áreas foram refinadas para facilitar a publicação.

NOVO DO ESTUDO

■ Fator terreno:

{Fator_{terreno(máxima elevação)}

Fator terreno (Max_elev) = Maior elev na área de análise, considerando um buffer* de 10NM, dividido pela maior elevação das áreas montanhosas;

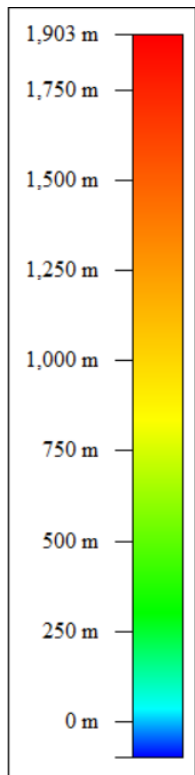
2[Fator_{terreno(diferença de elevação)}

Diferença da maior elevação pela média das elevações na área de análise, dividido pela maior diferença encontrada nas área de análise.

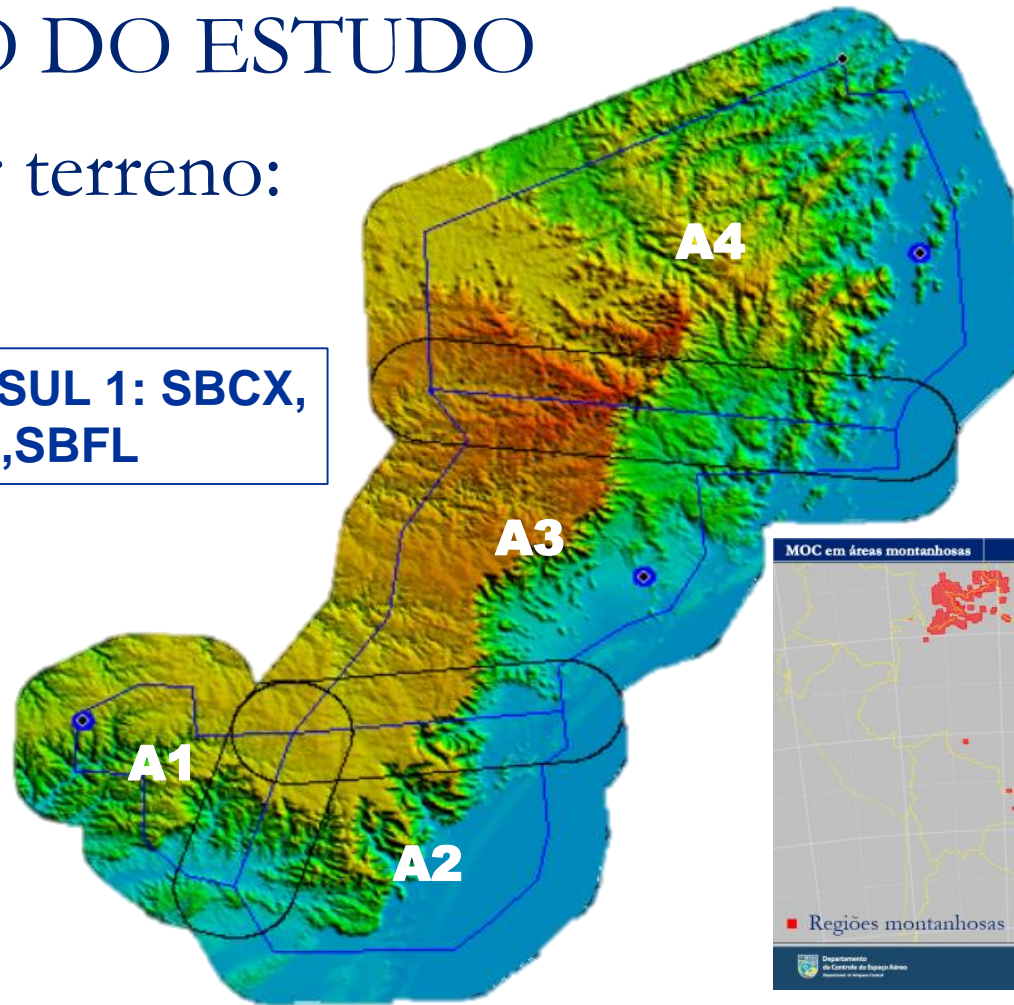
OBS: adicionado buffer 10NM, pois nos limites das áreas temos características de 2 áreas. Com o buffer as características da área vizinha são levadas em consideração.

NOVO DO ESTUDO

■ Fator terreno:



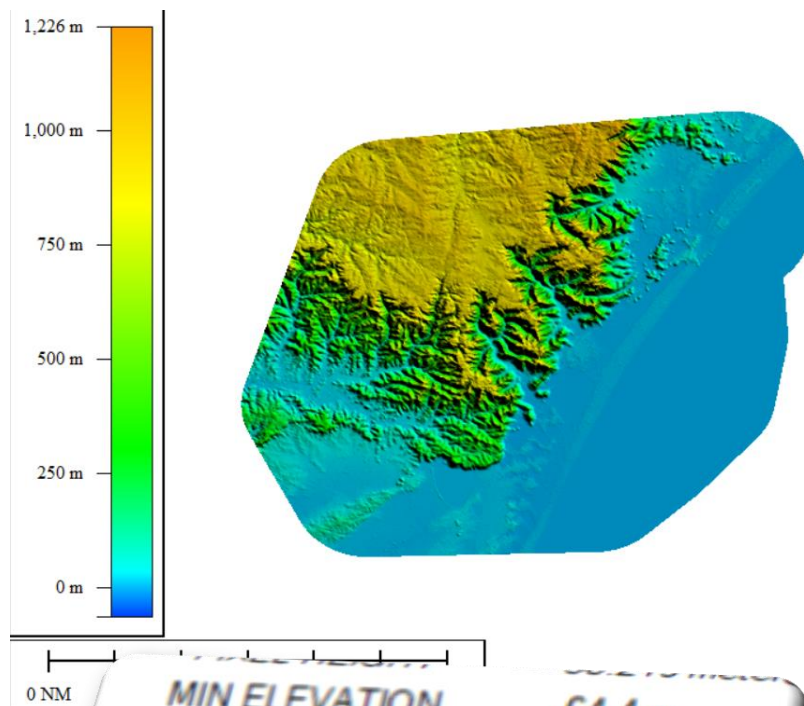
ÁREA SUL 1: SBCX,
SBCM,SBFL



Ferramenta: GLOBAL MAPPER (SRTM 30 m)

NOVO DO ESTUDO

■ Fator terreno (Maior Elev):



ivietadata (SRTM Worldwide Elevation Data (1-arc-second Resolution, SRTM Plus V3))

Attribute Name	Attribute Value
FILENAME	
DESCRIPTION	SRTM Worldwide Elevation Data (1-arc-second Resolution, SRTM Plus V3)
UPPER LEFT X	-5666837.658
UPPER LEFT Y	-3374759.528
LOWER RIGHT X	-5508012.870
LOWER RIGHT Y	-3518327.588
WEST LONGITUDE	50° 54' 21.8477" W
NORTH LATITUDE	28° 59' 34.9246" S
EAST LONGITUDE	49° 28' 45.5573" W
SOUTH LATITUDE	30° 06' 53.6359" S
UL CORNER LONGITUDE	50° 54' 21.8477" W
UL CORNER LATITUDE	28° 59' 34.9246" S
UR CORNER LONGITUDE	49° 28' 45.5573" W
UR CORNER LATITUDE	28° 59' 34.9246" S
LR CORNER LONGITUDE	49° 28' 45.5573" W
LR CORNER LATITUDE	30° 06' 53.6359" S
LL CORNER LONGITUDE	50° 54' 21.8477" W
LL CORNER LATITUDE	30° 06' 53.6359" S
PROJ_DESC	Mercator / GOOGLE / meters
PROJ_DATUM	GOOGLE MAPS (SPHERE RADIUS 6378137)
PROJ_UNITS	meters
EPSG_CODE	EPSG:3857
COVERED AREA	17254 sq km
NUM BANDS	1
PIXEL WIDTH	38.219 meters
PIXEL HEIGHT	38.219 meters
MIN ELEVATION	-64.4 m
MAX ELEVATION	1220.4 m
ELEVATION UNITS	METERS
BIT DEPTH	32
SAMPLE TYPE	32-bit Floating Point

NOVO DO ESTUDO

- Fator terreno (Dif. Elev):



.XLS



$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

■ Onde o Fator_{froude} equivale a:
Possibilidade de ondas de montanha.

Froude Number

The Froude Number represents the flow of air when it comes in contact with a barrier, in Vermont's case, the Green Mountains. It is an estimation of whether the flow can make it over the mountains or not and is basically a ratio of the wind perpendicular to the mountain chain versus the atmospheric stability.

Under northwesterly flow, if the Froude Number is low (< 1), or subcritical and blocked, the air will not make it over the mountain and the precipitation will back up and fall primarily along the spine of the Green Mountains and the western slopes. If it is very low (< 0.5), the precipitation will back further west into parts of the eastern Champlain Valley and the western slopes of the Green Mountains.

If the Froude Number is high (> 1), or supercritical and unblocked, the air will flow freely over the mountains and deposit the heaviest precipitation on the east side. A Froude Number near 1 is critical and the heaviest precipitation will likely fall along the barrier. For more information on the Froude Number, please [click here](#).

Nº Froud:

(< 1) = Subcrítico

(> 1) = Supercrítico



- Onde o Fator F_{froude} equivale a:
Possibilidade de ondas de montanha.

$$N = \left(\frac{g}{\theta} \frac{\partial \theta}{\partial z} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$F_r = \frac{U / h}{N}$$

Labels for the equations:

- Gravity
- Potential Temperature Difference
- Perpendicular Wind Speed
- Height of Mountain
- Potential Temperature at Surface
- Elevation Difference

Nº Froud:

(< 1) = Subcrítico

(> 1) = Supercrítico

■ Onde o Fator_{froude}:

Possibilidade de ondas de montanha.

BTV4 EXPERIMENTAL Froude Number for the Green Mountains

[Weather.gov](#) > [Burlington, VT](#) > BTV4 EXPERIMENTAL Froude Number for the Green Mountains

Run total areal avg QPF for the greens is: 1.15 inches.

Froude Number (Frd#):

Frd# < 0.5 Flow is subcritical and blocked.

Upslope clouds/precip backed farther upwind of and up to mtn crest.
W Upslope snow favors eastern Champlain Valley, BTV, and Western slopes.
Gap winds possible.

Frd# 0.5-1 Flow is subcritical/slow moving/blocked.

Upslope clouds/precip falls immediately upwind of mtn crest.
W Upslope snow favors western slopes to the Green Mt. spine including:
Montgomery, Underhill, Jericho, Bolton, Richmond, Huntington, Lincoln.
Gap winds possible.

Frd# 1-2 Flow is critical.

With strong winds, Mountain waves/downslope winds possible.
Precip falls close to mountain ridge crests and on lee side.
W Upslope snow favors Green Mt Spine, Jay, Stowe, Waterbury, NE Kingdom.

Froude > 2 Flow is supercritical/unblocked (rapid flow).

Air flows freely over terrain.
Persistent upslope snow not favored. Scattered snow showers and flurries.

Relative Humidity (RH):

925-850 mb RH > 90% needed for upslope precipitation.
with 700mb RH > 70% favors upslope snow.
with 700mb RH > 90% greater amounts of W upslope snow possible.

850mb Temperature (T degC) Westerly Upslope Snow Ratios: (Avg=28:1)

T > -11	10-15:1
T -11 to -15	25-35:1
T < -15	15-20:1



NATIONAL WEATHER SERVICE

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION



Departamento
de Controle do Espaço Aéreo
Department of Airspace Control



Run total areal avg QPF for the greens is: 1.15 inches.

Froude Number (Frd#):

Frd# < 0.5 Flow is subcritical and blocked.

Upslope clouds/precip backed farther upwind of and up to mtn crest.

W Upslope snow favors eastern Champlain Valley, BTV, and Western slopes.
Gap winds possible.

Frd# 0.5-1 Flow is subcritical/slow moving/blocked.

Upslope clouds/precip falls immediately upwind of mtn crest.

W Upslope snow favors western slopes to the Green Mt. spine including:
Montgomery, Underhill, Jericho, Bolton, Richmond, Huntington, Lincoln.
Gap winds possible.

Frd# 1-2 Flow is critical.

With strong winds, Mountain waves/downslope winds possible.

Precip falls close to mountain ridge crests and on lee side.

W Upslope snow favors Green Mt Spine, Jay, Stowe, Waterbury, NE Kingdom.

Froude > 2 Flow is supercritical/unblocked (rapid flow).

Air flows freely over terrain.

Persistent upslope snow not favored. Scattered snow showers and flurries.

Relative Humidity (RH):

925-850 mb RH > 90% needed for upslope precipitation.

with 700mb RH > 70% favors upslope snow.

with 700mb RH > 90% greater amounts of W upslope snow possible.

850mb Temperature (T degC) Westerly Upslope Snow Ratios: (Avg=28:1)

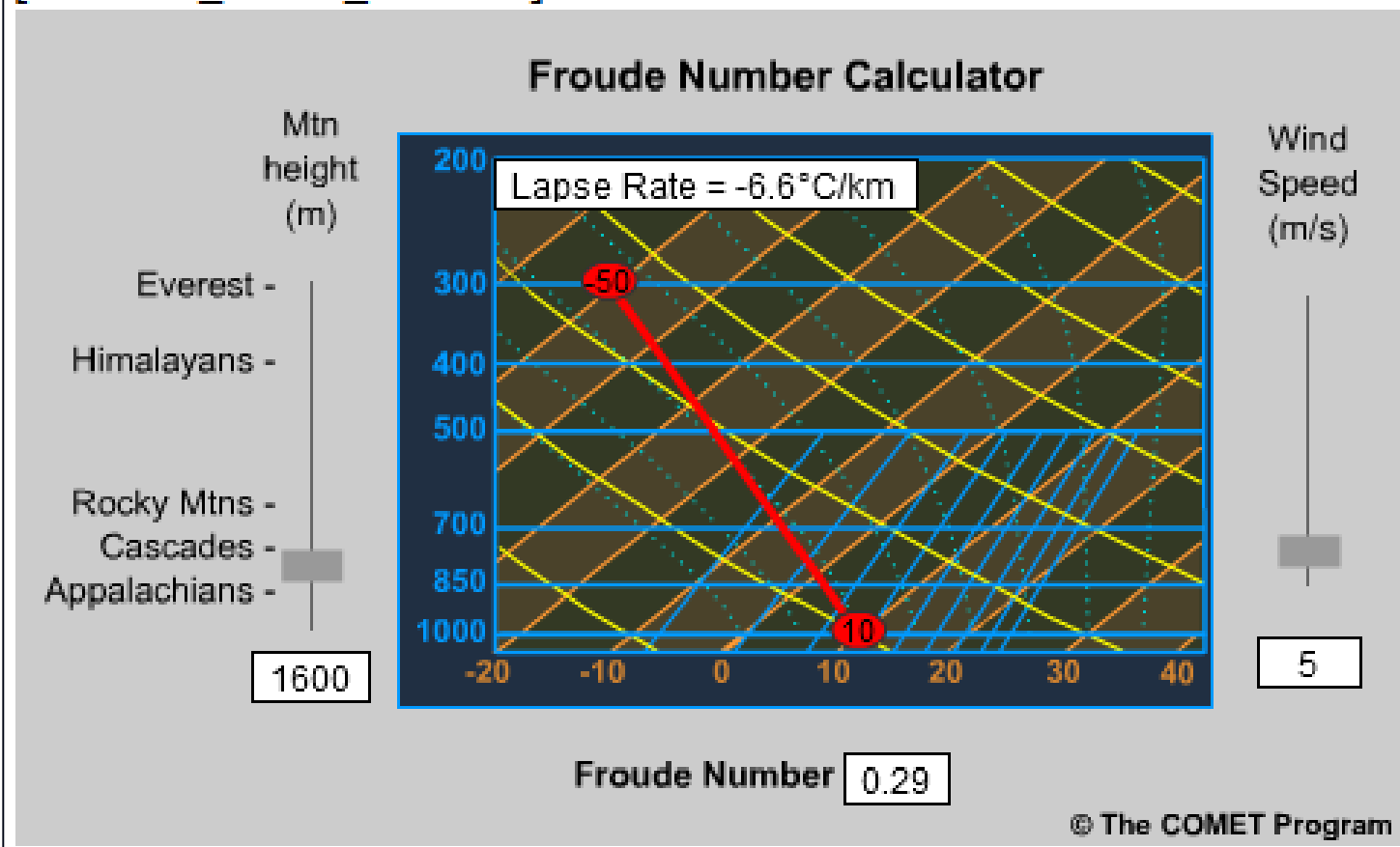
T > -11 10-15:1

T -11 to -15 25-35:1

T < -15 15-20:1

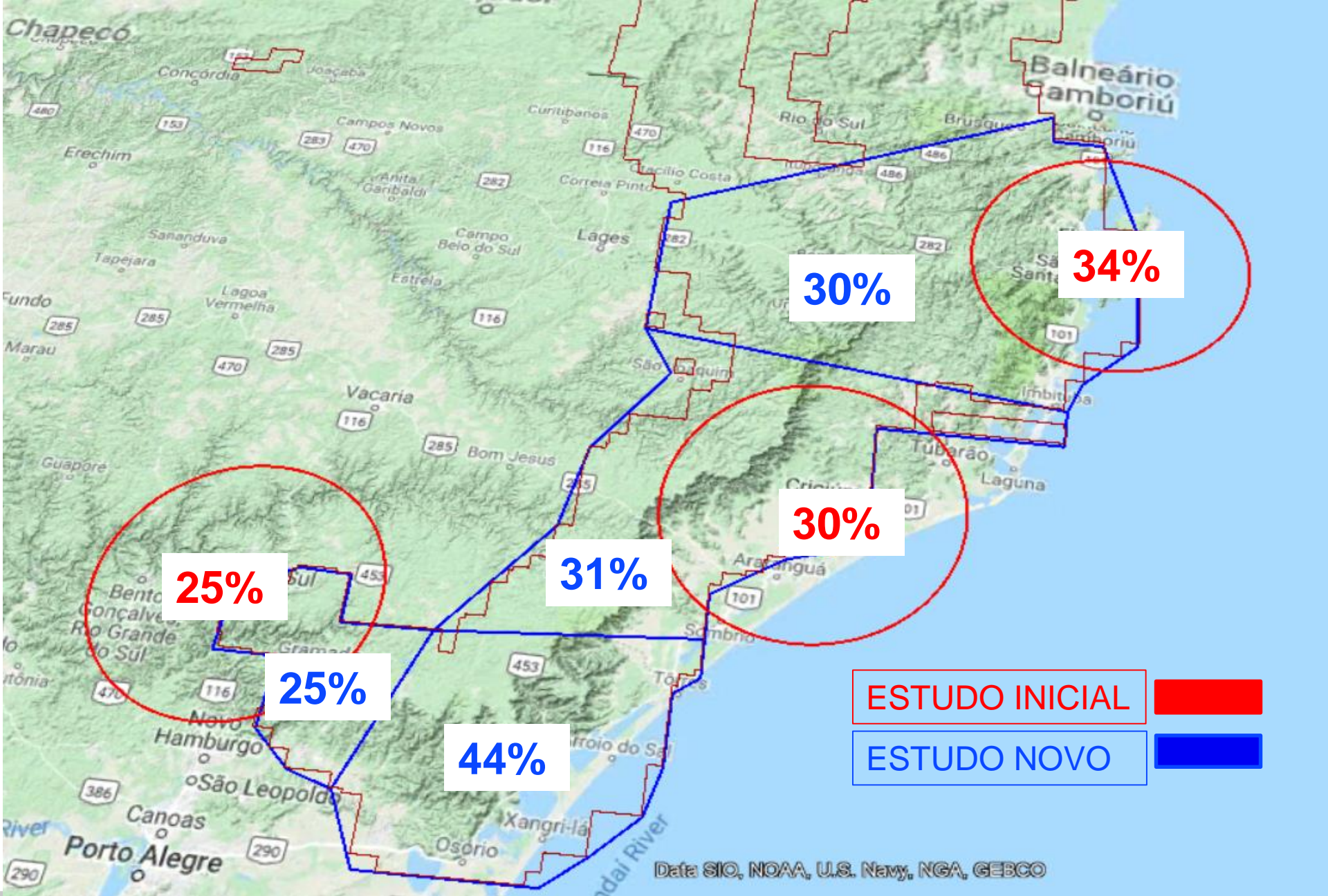
4.2.3 Interactive Froude Number Calculator

[mtnwave_froude_num.swf]

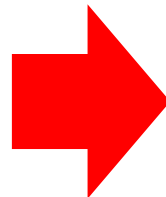
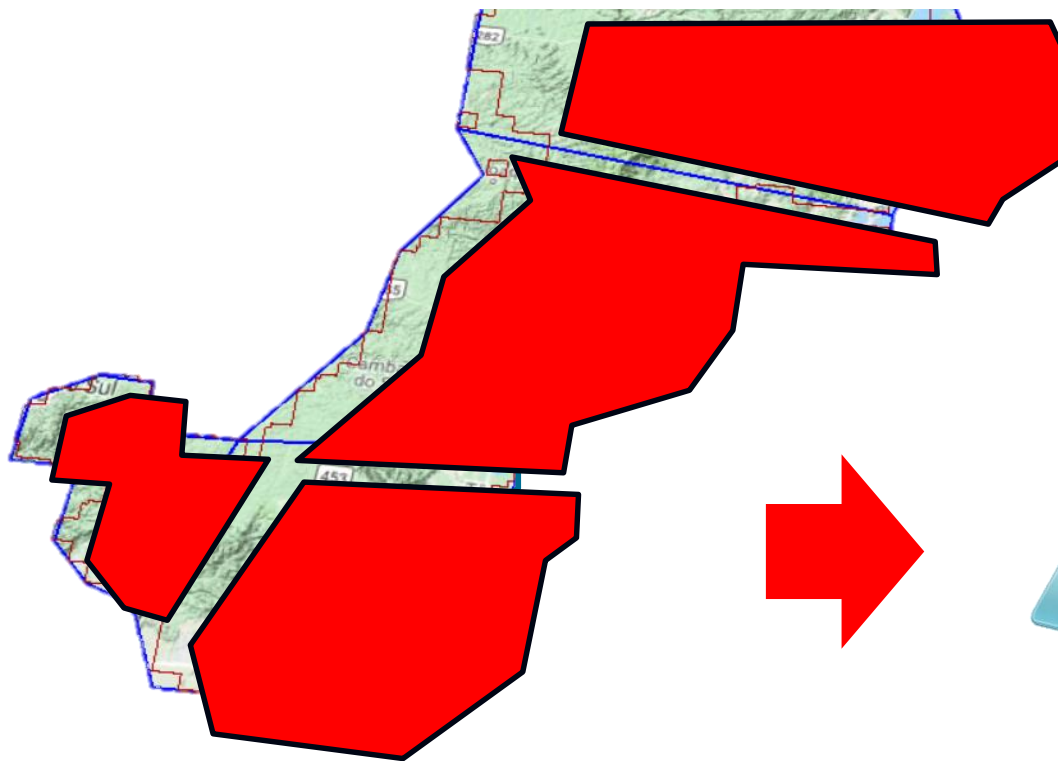


- Considerando que os fatores descritos exercem influência entre si, foi proposta a expressão do incremento como o produto entre os três fatores:

$$\text{MOC}\% = (\text{Fator}_{\text{isopletas}})(\text{Fator}_{\text{terreno}})(\text{Fator}_{\text{Froude}})$$



APLICAÇÃO NO FPDAM



**IDENTIFICAR COMO
MONTANHOSO E
APLICAR O %MOC.**



Resultados

Proposta CIRCEA 100-54



■ Proposta de texto para a CIRCEA 100-54:

4.1.3.5.1 TERRENO MONTANHOSO: nos trechos de procedimentos de navegação aérea sobrepostos a regiões consideradas como áreas montanhosas, deverá ser aplicado um acréscimo à MOC, em termos percentuais, conforme ~~metodologia exposta nas alíneas seguintes.~~

... Conforme o mapa de região montanhosa estabelecido nas alíneas seguintes:

a) para segmentos de procedimentos de navegação aérea (inclusive esperas associadas) num raio de até 30 NM dos aeródromos adiante indicados (e a eles destinados), utilizar percentual de incremento igual ao elencado ao lado de cada um deles,

AD	Incremento na MOC	AD	Incremento na MOC
SBBH	33%	SBGW	67%
SBBI	43%	SBIL	29%
SBBQ	27%	SBIP	25%
SBBV	31%	SBJF	35%
SBCF	28%	SBJV	45%
SBCM	30%	SBLS	26%
SBCP	56%	SBME	47%
SBCR	39%	SBMT	25%
SBCT	43%	SBNF	33%
SBCX	25%	SBRJ	65%
SBFL	34%	SBSJ	46%
SBFZ	27%	SBSP	25%
SBGL	61%	SBST	25%
SBGR	25%	SBVT	25%

- b) em MSA/TAA relativas aos aeródromos citados em “a”, utilizar percentual de incremento conforme o exposto em tal alínea;*
- c) para segmentos de procedimentos de navegação aérea (inclusive esperas associadas) situados além de 30 NM dos aeródromos listados em “a” (e a eles destinados), utilizar percentual de incremento igual a,*
- pelo menos 50% sobre terreno com desnível de até 5000 pés; e*
 - 100% sobre terreno com desnível superior a 5000 pés.*
- d) para procedimentos de navegação aérea destinados a aeródromos não listados em “a”, utilizar percentual de incremento igual a 100%, a menos que seja aprovado pelo DECEA estudo específico.*

NOTA 1: Não será aplicado incremento de MOC em função de áreas montanhosas em segmentos de aproximação final de procedimentos de aproximação de precisão e com guia vertical, bem como nas áreas de avaliação de clearance em rampa nas saídas por instrumentos e nos procedimentos de aproximação perdida, por serem protegidos por rampas de avaliação de obstáculos;

Publicações

Proposta AIP-BRASIL



DOC 8168 VOL 2

1.7 INCREASED ALTITUDES/HEIGHTS FOR MOUNTAINOUS AREAS

1.7.1 When procedures are designed for use in mountainous areas, consideration must be given to induced altimeter error and pilot control problems which result when winds of 37 km/h (20 kt) or more move over such areas. Where these conditions are known to exist, MOC should be increased by as much as 100 per cent.

1.7.2 Procedures specialists and approving authorities should be aware of the hazards involved and make proper addition, based on their experience and judgement, to limit the time in which an aircraft is exposed to lee-side turbulence and other weather phenomena associated with mountainous areas. This may be done by increasing the minimum altitude/height over the intermediate and final approach fixes so as to preclude prolonged flight at a low height above the ground. The operator's comments should also be solicited to obtain the best local information. Such increases should be included in the State's Aeronautical Information Publication (AIP), Section GEN 3.3.5, "Minimum flight altitude". See Annex 15, Appendix 1 (Contents of Aeronautical Information Publication).

Appendix 1

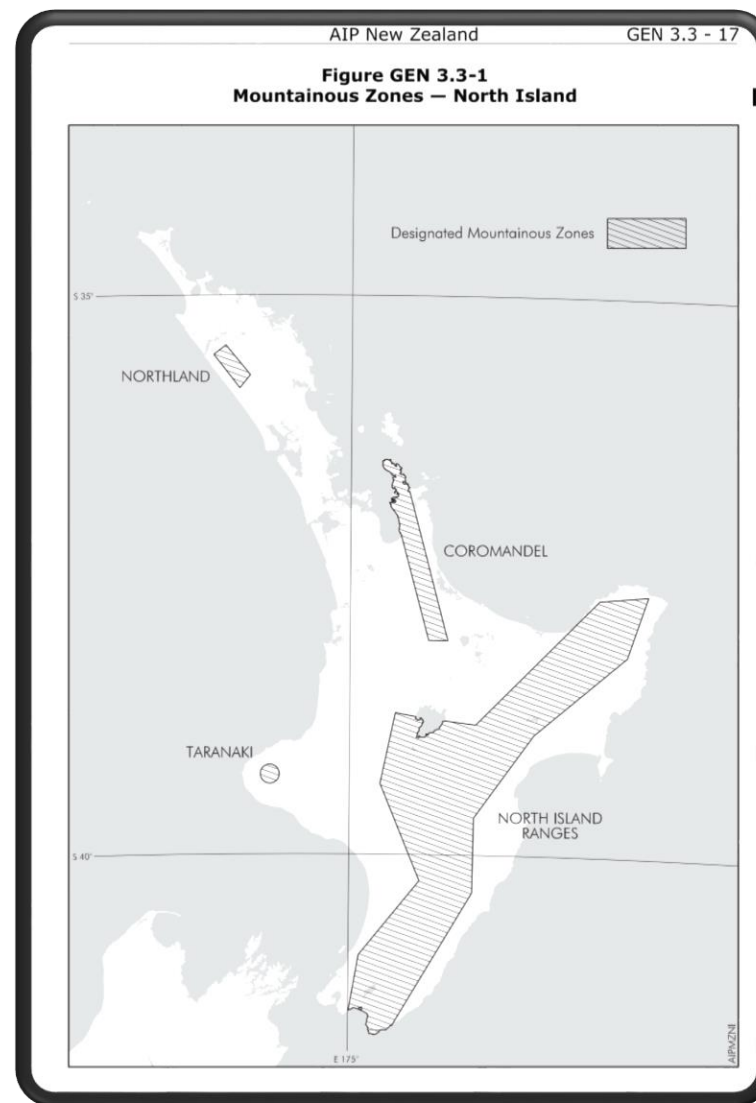
Annex 15 — Aeronautical Information Services

GEN 3.3.5 Minimum flight altitude

The criteria used to determine minimum flight altitudes.

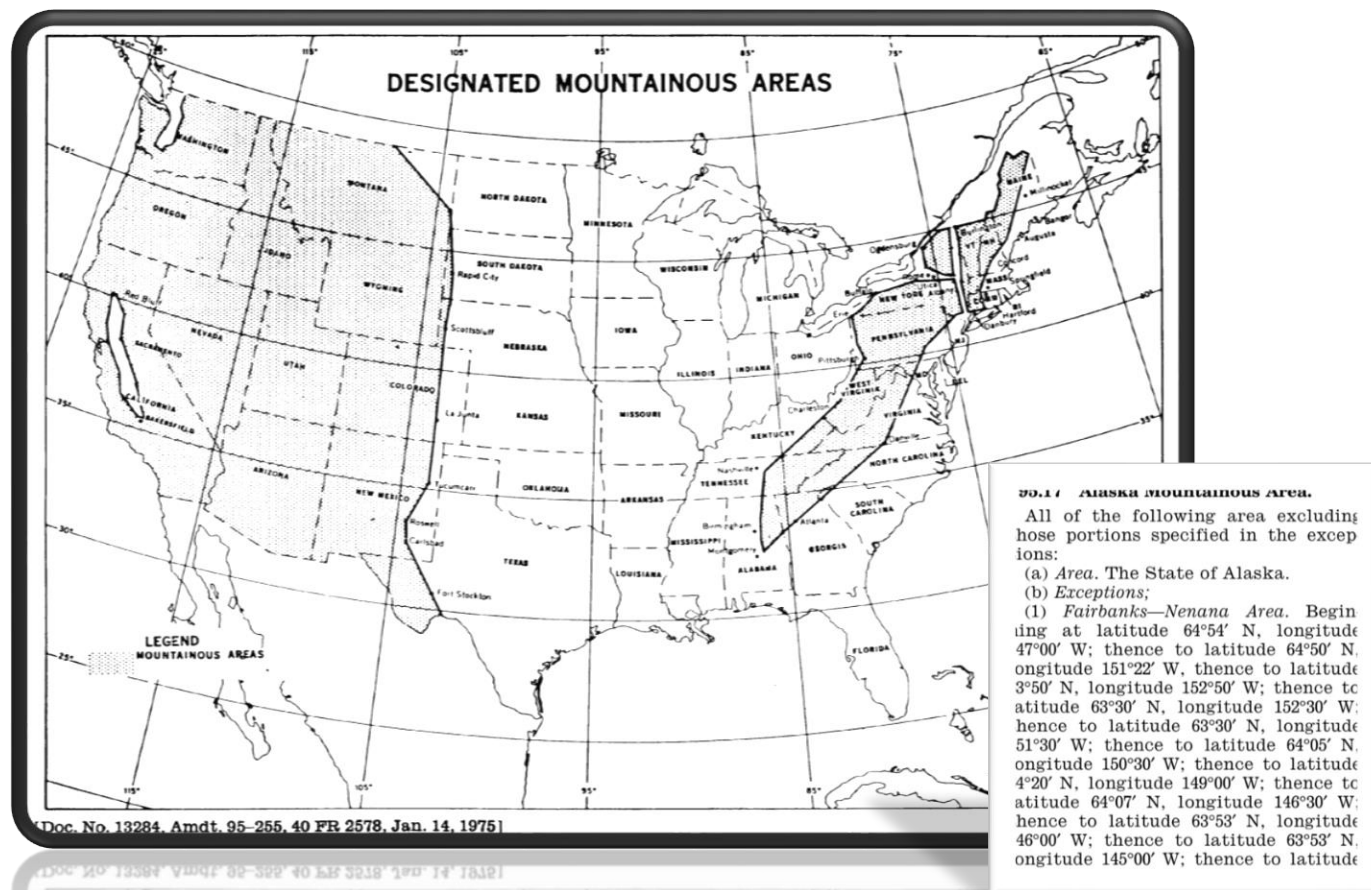
AIP NOVA ZELÂNDIA

Publica em GEN 3.3.5, conforme recomendação da ICAO.



USA e CANADÁ

Publicam em regulamentação específica (Code of Federal Regulations - CFR).



BRASIL

GEN 3.3.5 cita ENR 3.

5 ALTITUDE MINIMA DE VOO

As altitudes mínimas de voo nas rotas ATS, conforme apresentadas na seção ENR 3, foram determinadas a fim de assegurar uma margem vertical mínima sobre o obstáculo de controle na área em questão.

De fato, fala em nível mínimo IFR somente em [ENR 1.3-1](#).

ENR 1.3-1

AIP BRASIL ENR 1.3

(Regra de voo por instrumentos)

1 NÍVEIS MÍNIMOS DE VÔOS IFR

1.1 Em AWY os níveis MNM estão especificados nas ENRC.

1.2 O cálculo do nível MNM para FLT IFR fora de AWY obedece aos seguintes critérios:

a) procura-se a altitude do ponto mais elevado dentro de uma faixa de 30 Km (16 NM) para cada lado do eixo da rota;

b) soma-se a maior correção "QNE" da rota; e

c) somam-se 300m (1000FT) - gabarito. Se o valor encontrado não corresponder a um FL, arredonda-se para o FL IFR imediatamente acima.

Nota 1: Sobre regiões montanhosas o gabarito é de 600m (2000FT).

Nota 2: A correção referida em b), anterior, é obtida da publicação intitulada CORREÇÃO "QNE".

PROPOSTA DE PUBLICAÇÃO – AIP BRASIL

GEN 3.3.5 (Altitudes mínimas de voo)

Em áreas montanhosas, principalmente a sota-vento, onde prevalece condições meteorológicas adversas, uma margem livre de obstáculos de 1000 ft pode ser insuficiente para operação segura em IMC.

Dentro do espaço aéreo sob jurisdição do Brasil, as regiões montanhosas foram designadas (Ver ENR 1.3-1), considerando os critérios estabelecidos pela OACI.

A OACI estabelece que as áreas onde os perfis do terreno sofrem modificações que excedam 900m (3.000 pés) de elevação, dentro de um raio de 18,5km (10 NM), são designadas como montanhosas.

PROPOSTA DE PUBLICAÇÃO – AIP BRASIL

GEN 3.3.5 (Altitudes mínimas de voo)

...

Para o estabelecimento das regiões montanhosas, os seguintes fatores foram considerados:

- a) possibilidade de erro no altímetro e dificuldades no controle da aeronave, quando ventos superiores a 20 KT movem-se sobre a região;
- b) possibilidade de turbulência em função do fenômeno conhecido como ondas de montanhas.

PROPOSTA DE PUBLICAÇÃO – AIP BRASIL

AIP BRASIL ENR 1.3-1 (Níveis Mínimos de Voo por Instrumentos)

1.1 Em AWY os níveis MNM estão especificados nas ENRC.

1.2 O cálculo do nível MNM para FLT IFR fora de AWY obedece aos seguintes critérios:

a) procura-se a altitude do ponto mais elevado dentro de uma faixa de 30 Km (16 NM) para cada lado do eixo da rota;

b) soma-se a maior correção "QNE" da rota; e

c) somam-se 300m (1000FT) - gabarito. Se o valor encontrado não corresponder a um FL, arredonda-se para o FL IFR imediatamente acima.

Nota 1: Sobre regiões montanhosas o gabarito é de 600m (2000FT).

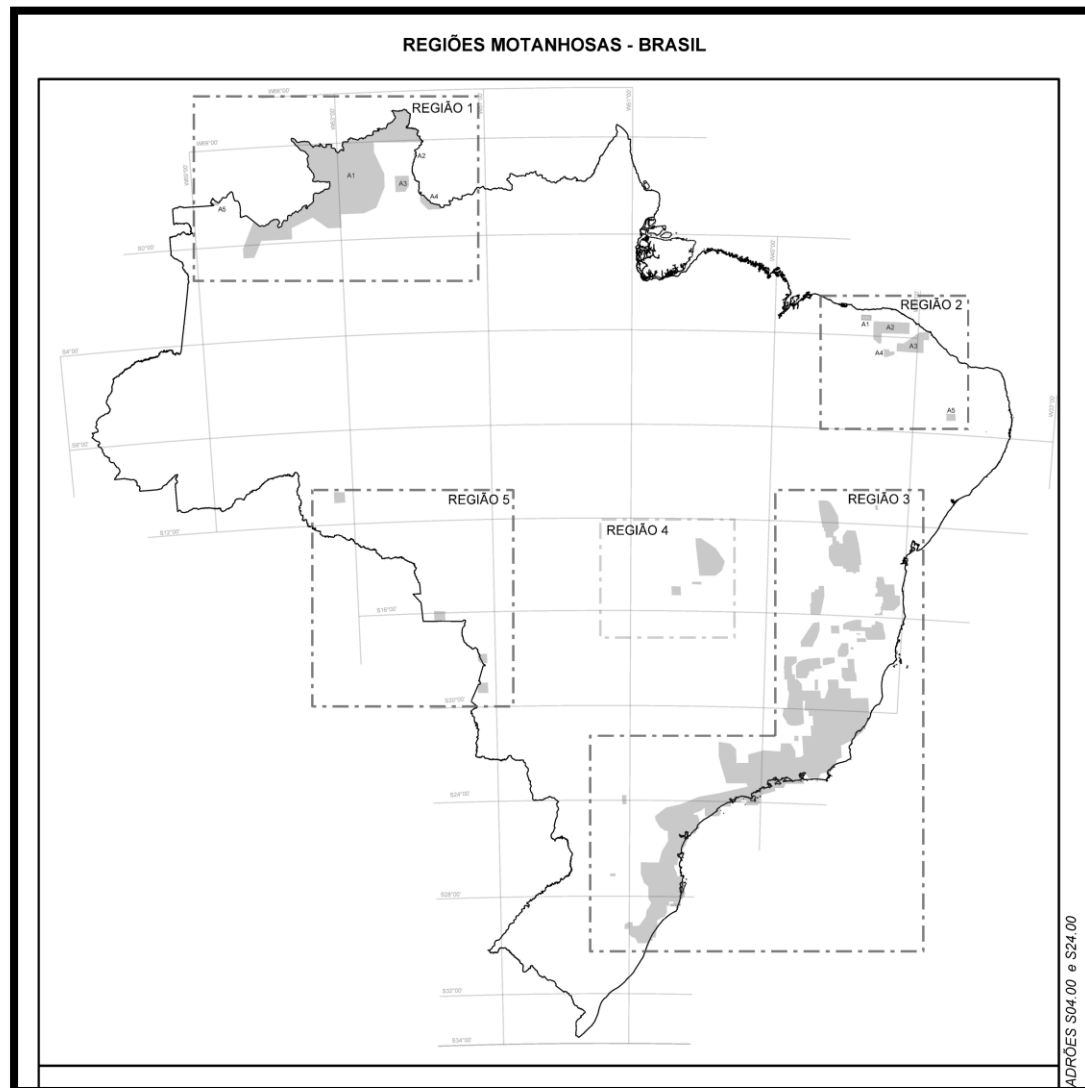
Nota 2: A correção referida em b), anterior, é obtida da publicação intitulada CORREÇÃO "QNE".

1.3 A extensão das áreas montanhosas no Brasil são apresentadas em 5 REGIÕES.

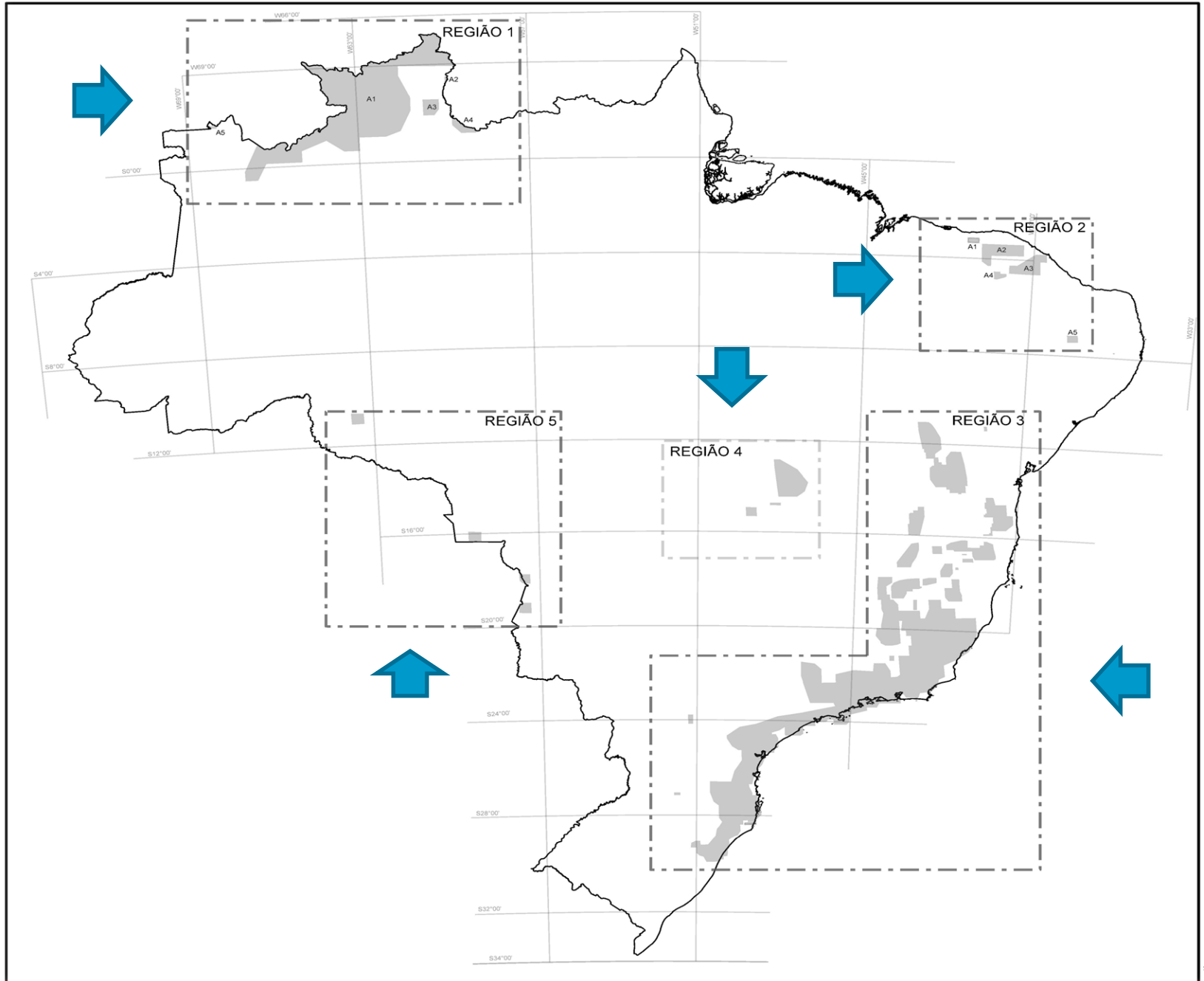
Em cada região, foram delimitadas áreas específicas, onde os efeitos do vento no relevo podem levar a condições de turbulência e dificuldades no controle da aeronave (Figura xxxx).

PROPOSTA:**AIP BRASIL ENR 1.3-1****Níveis Mínimos de Voo por Instrumentos**

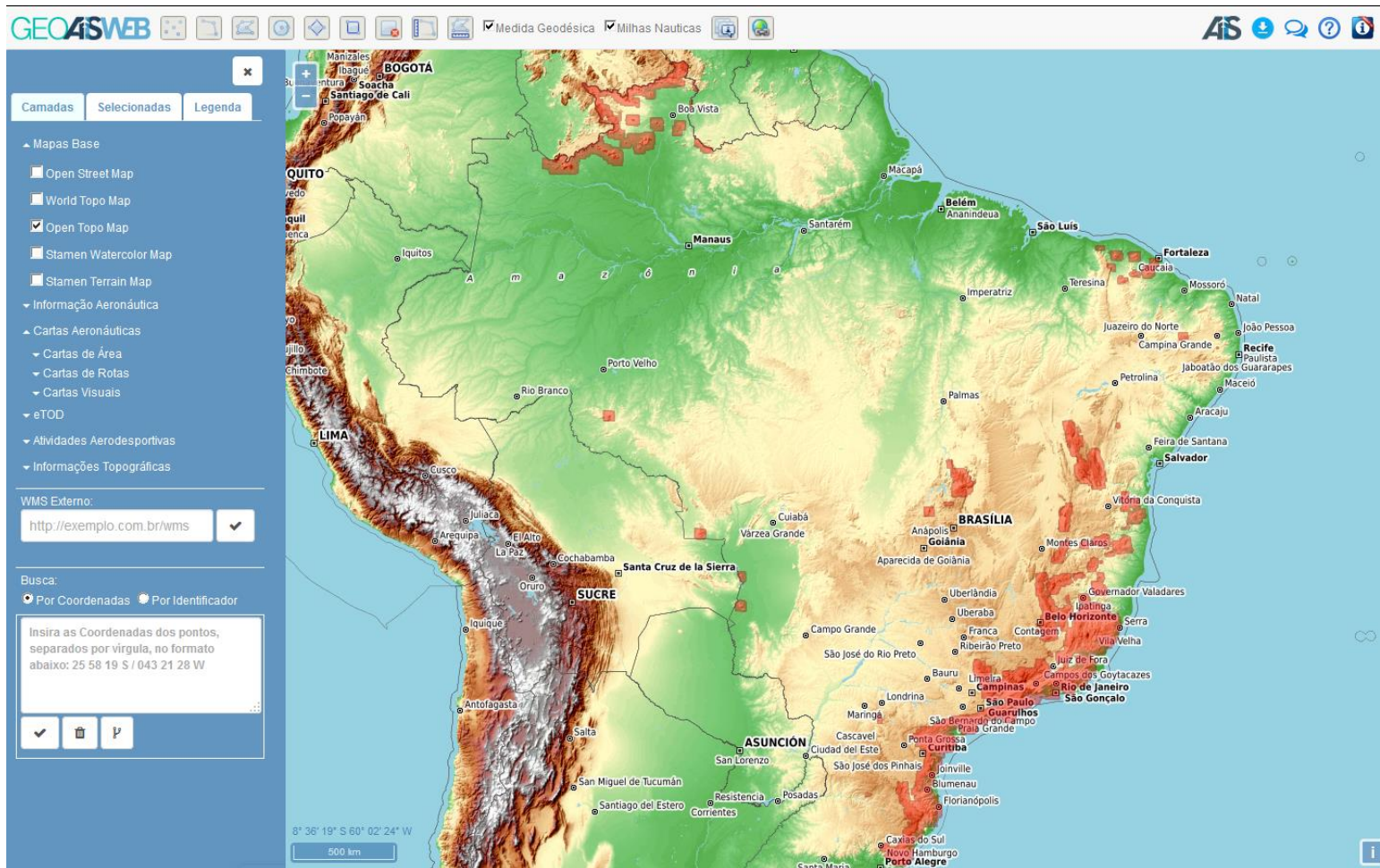
NOTA: Para informações dos limites geográficos das áreas, acessar GEOAISWEB no link <http://www.aisweb.aer.mil.br/geoaisweb/>



REGIÕES MOTANHOSAS - BRASIL



PROPOSTA DE PUBLICAÇÃO – GEOAISWEB



Já coordenado com o ICA a viabilidade de publicação.

PROPOSTA DE PUBLICAÇÃO – GEOAISWEB

The screenshot displays the GeoAISWEB web application interface. The browser window shows the URL 10.32.24.132/geoaisweb/#. The application features a sidebar menu on the left with the following sections:

- Camadas** (Layers):
 - Selecionadas (Selected):
 - Mapas Base (Base Maps):
 - Open Street Map
 - World Topo Map
 - Open Topo Map
 - Stamen Watercolor Map
 - Stamen Terrain Map
 - Informação Aeronáutica (Aviation Information)
 - Cartas Aeronáuticas (Aviation Charts):
 - Cartas de Área (Area Charts)
 - Cartas de Rotas (Route Charts)
 - Cartas Visuais (Visual Charts)
 - eTOD
 - Atividades Aerodesportivas (Aviation Activities)
 - Informações Topográficas (Topographic Information):
 - Áreas Montanhosas (Mountainous Areas)
 - Legenda (Legend)
- WMS Externo (External WMS):
 - http://exemplo.com.br/wms
- Busca (Search):
 - Por Coordenadas (By Coordinates)
 - Por Identificador (By Identifier)
- Instructions: "Insira as Coordenadas dos pontos, separados por vírgula, no formato abaixo: 25 58 19 S / 043 21 28 W"

The main map area shows a topographic map of a mountainous region. The terrain is color-coded by elevation, with green representing lower elevations and red/brown representing higher elevations. Key geographical features include the Rio Negro river and the Pico da Neblina mountain peak. The map includes a scale bar (50 km) and a coordinate display (0° 02' 30" S 68° 17' 32" W). The bottom of the browser window shows the Windows taskbar with the system clock displaying 08:36 on 28/03/2019.

Roteiro

- Definição técnica de área montanhosa;
- Tratamento normativo;
- Tarefa do SG/2 do PPNA;
- Resultados/Proposta de texto CIRCEA 100-54;
e
- Publicações/ Proposta de texto AIP-BRASIL

Objetivo

- Conhecer os critérios de margem de separação de obstáculos em região montanhosa que serão incorporados à CIRCEA 100 – 54;
- Conhecer as áreas consideradas montanhosas no Brasil e a proposta de publicação na AIP-BRASIL